

(19)



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets

(11) Veröffentlichungsnummer:

**0 379 975  
A2**

(12)

# **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(21) Anmeldenummer: 90101002.5

(51) Int. Cl.<sup>5</sup>: B01D 53/26, B01D 53/04

(22) Anmeldetag: 18.01.90

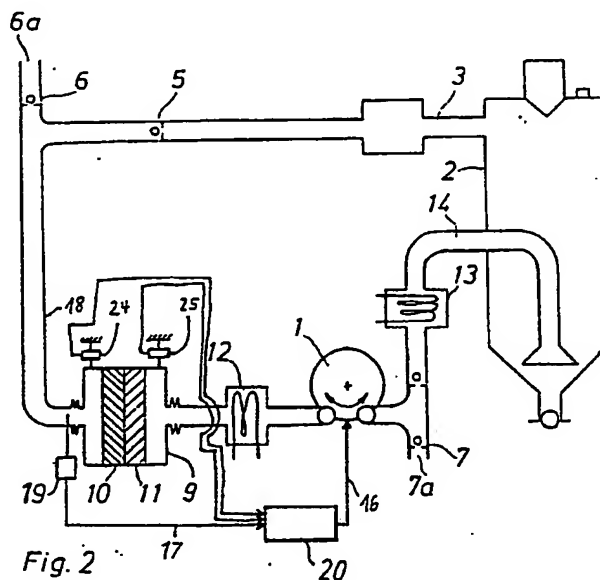
(30) Priorität: 21.01.89 DE 3901779

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
01.08.90 Patentblatt 90/31(84) Benannte Vertragsstaaten:  
DE ES FR GB IT(71) Anmelder: Gräff, Roderich Wilhelm, Dr.-Ing.  
Egerländer Strasse 2-4  
D-6108 Weiterstadt 2(DE)(72) Erfinder: Gräff, Roderich Wilhelm, Dr.-Ing.  
Egerländer Strasse 2-4  
D-6108 Weiterstadt 2(DE)(74) Vertreter: Zinngrebe, Horst, Dr.rer.nat.  
Saalbaustrasse 11  
D-6100 Darmstadt(DE)

(54) Verfahren und Vorrichtung zur Adsorption von Feuchtigkeit aus Gasen, insbesondere Luft.

(57) Beschrieben wird ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Adsorption von Feuchtigkeit aus Gasen, insbesondere Luft, mittels eines Adsorptionsmittels, welches abwechselnd von dem zu trocknenden Gas und von einem erhitzten Regenerationsmedium durchströmt wird. Um die Feuchtigkeitsaufnahme-

kapazität des Adsorptionsmittels zu verbessern und mit einfacheren Mitteln auszunutzen, ist vorgesehen, daß die Länge der Adsorptionszeit eines Trockentopfes in Abhängigkeit von der adsorbierten Feuchtigkeitsmenge gesteuert wird.



**EP 0 379 975 A2**

## Verfahren und Vorrichtung zur Adsorption von Feuchtigkeit aus Gasen, insbesondere Luft

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Adsorption von Feuchtigkeit aus Gasen, insbesondere Luft, mittels eines Adsorptionsmittels, welches abwechselnd von dem zu trocknenden Gas und von einem erhitzten Regenerationsmedium durchströmt wird, sowie eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens.

Aus der deutschen Offenlegungsschrift 36 25 013 ist es bekannt, zum Trocknen von Schüttgut, insbesondere Kunststoffgranulat, Trockenluft zu verwenden, die durch das einen Trocknungstrichter durchsinkende Schüttgut im Gegenstrom hindurchgeleitet wird. Der feuchten Abluft aus dem Trocknungstrichter wird die mitgeführte Feuchtigkeit durch ein Adsorptionsmittel wieder entzogen, welches nach seiner Sättigung mit Feuchtigkeit in einem Regenerationszyklus durch ein heißes Regenerationsmedium, meist Heißluft, regeneriert wird.

In einem hierfür geeigneten Ablufttrockner sind mehrere Trockentöpfe vorgesehen, deren Regenerationszyklen zeitlich so gegeneinander versetzt sind, daß stets mindestens ein Trockentopf zur Trocknung der Abluft zur Verfügung steht und für die übrigen Trockentöpfe genügend Zeit zur Regeneration und anschließenden Kühlung verbleibt. Die Adsorptions- und Regenerationsperioden der einzelnen Trockentöpfe werden daher fest eingestellt, wobei sich die Adsorptionszeit nach der maximal zulässigen Belastung des Adsorptionsmittels, häufig Molekularsieb, mit Feuchtigkeit richtet. Man möchte erreichen, daß während der Adsorptionszeit möglichst alle Feuchtigkeit aus dem zu trocknenden Gas adsorbiert werden kann und die dem Trocknungstrichter wieder zugeführte Trockenluft einen niedrigen Taupunkt besitzt.

Bei maximaler Beanspruchung des Trocknungstrichters mit zu trocknendem Schüttgut arbeitet ein derartiger Ablufttrockner mit einem hohen Wirkungsgrad. Wenn jedoch die Feuchtefracht der Abluft abnimmt, etwa weil der Granulatdurchsatz durch den Trocknungstrichter herabgesetzt wird oder das Schüttgut weniger Feuchte enthält, wird bei fest eingestellter Adsorptionszeit das Adsorptionsmittel im Trockentopf bereits regeneriert, obwohl seine maximale Feuchtigkeitsaufnahmekapazität noch nicht erreicht ist.

Um für solche Fälle die Energiebilanz zu verbessern hat man bereits vorgeschlagen, den Taupunkt der einen Trockentopf verlassenden und dem Trocknungstrichter zuzuführenden Trockenluft kontinuierlich mit dem Ziel zu erfassen, die Adsorptionsperiode des Trockentopfes soweit zu verlängern, bis der Taupunkt eine noch tolerierbare Grenze erreicht hat. Erst dann wird der Trockentopf auf

Regeneration umgeschaltet.

Der Nachteil dieses Verfahrens besteht einerseits in dem hohen Kostenaufwand, der mit dem Einbau hinreichend genau arbeitender Taupunktfühler verbunden ist, und sodann in der starken Störanfälligkeit eines Taupunktfühlers. Derartige Meßfühler altern und verschmutzen schnell und liefern schon nach kurzer Betriebszeit derart ungenaue Werte, daß die Kapazität des Adsorptionsmittels nicht mehr voll ausgenutzt wird. Schließlich liegt ein weiterer Nachteil darin, daß bei Teillast die Abluft eine relativ hohe Temperatur von beispielsweise 60 bis 80 Grad erreichen kann, und das Molekularsieb bei diesen hohen Temperaturen nicht mehr wirkungsvoll Wasserdampf adsorbieren kann. Daher wird in diesem Fall bei geringer Feuchtfracht der Abluft ein schlechter Taupunkt signalisiert, ohne daß die Kapazität des Molekularsiebs bereits erschöpft wäre.

Aus der US Patentschrift 2561441 ist es bekannt, die Temperaturdifferenz der zu trocknenden Luft zwischen Eintritt und Austritt aus dem Adsorptionsmittel während der Adsorptionsphase zu messen. Diese Temperaturdifferenz ist ein Maß für die im Augenblick adsorbierte Feuchtigkeitsmenge. Man wartet dann mit dem Beginn der Regeneration so lange, bis diese Differenz ein gewisses Minimum erreicht hat, woraus man schließt, daß eine maximale Wassermenge adsorbiert wurde. Diese Methode funktioniert jedoch nur dann, wenn die Eintrittsfeuchte über die Zeit konstant bleibt. Schwankt diese jedoch, wie es bei vielen Trocknungsabläufen der Fall ist, so nimmt bei abnehmender Eintrittsfeuchte auch die Temperaturdifferenz ab. Hierdurch würde der Beginn der Regeneration eingeleitet, obwohl das Adsorptionsmittel noch nicht voll ausgenutzt ist.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, die eingangs erwähnten Verfahren so zu verbessern, daß die Feuchtigkeitsaufnahmekapazität des Adsorptionsmittels mit einfachen Meßmethoden auch bei schwankender Eintrittsfeuchte ermittelt werden kann, um eine optimale Länge der Adsorptionszeit zu erreichen. Dies erfolgt bevorzugt durch Messungen von Temperaturen oder Gewichten während der Regenerationsphase, welches erfindungsgemäß eine Bestimmung der Wassermenge erlaubt, welche in der vorangegangenen Adsorptionsperiode aufgenommen wurde. Dieser Wert wird dann ausgenutzt, um die Länge der nun folgenden Adsorptionsphase auf einen optimalen Wert hin zu verändern.

Erfindungsgemäß ist dazu vorgesehen, daß die Länge der Adsorptionszeit eines Trockentopfes in Abhängigkeit von der während der vorangegangenen

nen Adsorptionsphase adsorbierten Feuchtigkeitsmenge gesteuert wird. Der Vorteil der Erfindung liegt darin, daß auf zahlreiche einfache und dennoch ausreichend präzise Methoden zurückgegriffen werden kann, die die erforderliche Erfassung der adsorbierten Feuchtigkeitsmenge erlauben. So kann die adsorbierte Feuchtigkeitsmenge durch kontinuierliche Wägung eines Trockentopfes erfaßt werden, wofür zum Beispiel Druckmeßdosen im Gestell des Trockentopfes geeignet sind. Statt die Gewichtszunahme während des Adsorptionszyklus kann man alternativ auch die Gewichtsabnahme während des Regenerationszyklus auf die genannte Art kontinuierlich erfassen und zur Steuerung des Umschaltzeitpunktes von Adsorption auf Regeneration heranziehen. Diese Möglichkeit der Erfindung empfiehlt sich vor allem dann, wenn mehrere Trockentöpfe auf einem Karussell angeordnet sind, von denen jeweils nur ein Trockentopf in eine Regenerationsstufe des Karussells eingefahren wird. Es genügt dann, daß nur in der Regenerationsstufe die Gewichtsabnahme eines zu regenerierenden Trockentopfes erfassende Druckmeßdosen angeordnet sind. Ist die Gewichtsabnahme während der Regeneration geringer als ein maximal anzustrebender Wert, wird die anschließende Adsorptionsperiode verlängert, ist sie größer, wird sie verkürzt.

Eine weitere Verbesserung der Erfindung wird dadurch erreicht, daß die adsorbierte Feuchtigkeitsmenge durch Erfassen der Temperatur des Adsorptionsmittels bestimmt wird.

Mißt man den Verlauf der Temperatur der Regenerationsmittel während der Regenerationsperiode in Abhängigkeit von der Zeit, so ergeben sich für unterschiedliche Wasserbelastungen des Adsorptionsmittels Kurven gemäß beigefügter Abbildung 1. Als Beispiel zeigt Kurve 2 den Temperaturverlauf des Adsorptionsmittels während der Regeneration bei einer mittleren Wasserbelastung des Adsorptionsmittels. Zu Beginn der Regenerationszeit steigt die Temperatur relativ schnell an und geht dann in einen langsamen Anstieg in einen Temperaturbereich über, bei welchem das Wasser aus dem Adsorptionsmittel im wesentlichen verdampft. Dieser Temperaturbereich hängt von der Art der Adsorptionsmittel ab. Bei Molekularsieben liegt der Temperaturbereich bei ca. 80 bis 100 °C. Ist das Wasser weitgehend aus dem Adsorptionsmittel entfernt, steigt die Temperatur wieder schneller an, um sich schließlich im oberen Bereich der Eingangstemperatur des Regenerationsmediums, also der Heißluft, zu nähern.

Wird nun ein gleich großer Trockentopf regeneriert, dessen Adsorptionsmittel eine höhere Wasserlast enthält, so ergibt sich eine Verlängerung der Zeitspanne, in der das Wasser von dem Regenerationsmedium verdampft wird. Der zugehörige Kurvenverlauf ist als Kurve 3 wiedergegeben. Ent-

hält das Adsorptionsmittel in dem Trockentopf zu Beginn der Regenerationsphase jedoch weniger Wasserlast, so ergibt sich etwa eine Kurve 1.

Wird mit einem Thermofühler die Temperatur des Adsorptionsmittels fortwährend überwacht, so stellt die Zeitspanne, die vom Beginn der Regeneration bis zum Erreichen einer vorgegebenen Temperatur TE benötigt wird, ein Maß für die Wasserlast des Adsorptionsmittels dar. Man kann empirisch die Abhängigkeit dieser Zeitspanne von der Wasserlast ermitteln. Somit ergibt die Zeitspanne, die vom Beginn der Regeneration bis zum Erreichen der Temperatur TE des Adsorptionsmittels verstreicht, ein Maß für die im Adsorptionsmittel adsorbierte Feuchte. Die erfaßte Zeitspanne kann dann zur Steuerung der Länge der anschließenden Adsorptionsphase benutzt werden. Die Temperatur TE wird zweckmäßig jeweils in Abhängigkeit des eingesetzten Adsorptionsmittels festgelegt, und sollte etwas höher liegen als der Temperaturbereich, in welchem die Wasserlast aus dem Adsorptionsmittel hauptsächlich durch Verdampfen ausgetrieben wird, bei Molekularsieben sollte TE also etwa zwischen 120 °C und 140 °C liegen.

Bei Trocknungsvorgängen, bei denen unterschiedliche Ablufttemperaturen auftreten können, beginnt die Regeneration mit unterschiedlichen Anfangstemperaturen des Molekularsiebes. In diesen Fällen ist es vorteilhaft, die Zeitspanne zu erfassen, die zum Durchschreiten eines gewissen Temperaturbereichs nötig ist, nämlich von TA bis TE. TA liegt hierbei unterhalb der Zone, in welcher das Wasser bevorzugt ausgetrieben wird, bei Molekularsieb als Adsorptionsmittel z.B. bei etwa 60 ° bis 80 °C.

Wie erwähnt verringert sich bei den Adsorptionsmitteln die Wasseraufnahmekapazität mit steigender Temperatur. Bei gleich hohem Wassergehalt des Molekularsiebes oder Silikagels hat die Trockenluft dann einen ungünstigeren, höheren Taupunkt. Bei etlichen Anwendungsfällen ist diese Verschlechterung des Taupunktes mit steigender Ablufttemperatur akzeptabel, da eine hohe Ablufttemperatur eine Folge eines niedrigeren Durchsatzes von zu trocknendem Material darstellt. Der ungünstigere Taupunkt ermöglicht dann immer noch eine ausreichende Trocknung.

In den Fällen jedoch, in denen die Taupunktverschlechterung der Trockenluft nicht in Kauf genommen werden kann, wird erfindungsgemäß die Länge der Adsorptionszeit in Abhängigkeit von der ansteigenden Ablufttemperatur verringert, so daß die Regeneration bei einer herabgesetzten adsorbierten Wassermenge beginnt. Die für einen gewünschten Taupunkt zulässige Wassermenge läßt sich leicht versuchsweise bestimmen, indem man den Taupunkt der Trockenluft in Abhängigkeit von Wasserlast des Molekularsiebes und von der Tem-

peratur der Abluft mißt. Umgekehrt kann man eine höhere Wasserlast zulassen, wenn die Ablufttemperatur besonders niedrig ist.

Ähnliches gilt bei Trocknern, bei denen wie oben beschrieben, die Länge der Adsorptionszeit in Abhängigkeit von dem Taupunkt der Trockenluft gesteuert wird. In den Fällen, wo man bei steigender Ablufttemperatur einen ungünstigeren Taupunkt zulassen kann, wird erfindungsgemäß der zulässige Taupunkt, bei dem die Adsorptionszeit beendet wird, in Abhängigkeit von der Temperatur der Abluft geregelt, das heißt bei steigender Ablufttemperatur erhöht und bei fallender Ablufttemperatur gesenkt.

Apparativ gibt es verschiedene Möglichkeiten, den Temperaturfühler anzuordnen. So zeigt Fig. 2 eine Vorrichtung zum Trocknen von Gas, die in ihren Grundzügen aus der Deutschen Patentschrift 23 54 745 bekannt ist. Danach wird einem Trocknungstrichter 2 über eine Zuluftleitung 14 Trockenluft zugeführt, die das den Trocknungstrichter 2 durchsinkende, nicht dargestellte Schüttgut im Gegenstrom durchdringt und am oberen Ende des Trocknungstrichters 2 als feuchte Luft über Abluftleitung 3 abgezogen wird. Die Abluftleitung 3 mündet in einen Trockentopf 9 über ein Rückschlagventil 5, in welchem Adsorptionsmittel 10, 11, beispielsweise Silicagel und Molekularsieb enthalten sind. Das Adsorptionsmittel 10, 11 entzieht der feuchten Abluft die mitgeführte Feuchtigkeit, so daß die den Trockentopf 9 verlassende Trockenluft nach Aufwärmung in einer oder beiden Heizungen 12, 13 von einem Gebläse 1 über ein weiteres Rückschlagventil 8 durch die Trockenluftleitung 14 wieder dem Trocknungstrichter 2 zugeführt wird. Wenn das Adsorptionsmittel 10, 11 hinreichend mit Feuchtigkeit gesättigt ist, wird die Drehrichtung des Gebläses 1 durch eine Steuerung 20 umgedreht, so daß das Außenluft über einen Stutzen 7a und ein Rückschlagventil 7 angesaugt, in der Heizung 12 erhitzt und durch den Trockentopf 9 hindurch gedrückt wird. Durch einen Stutzen 6a gelangt die feuchte Regenerationsluft über ein Rückschlagventil 6 ins Freie, nachdem die heiße Regenerationsluft aus dem Adsorptionsmittel 10, 11 das adsorbierte Wasser aufgenommen hat. Die Umschaltzeitpunkte vom Trocknen der feuchten Abluft aus dem Trocknungstrichter 2 zur Regeneration des Adsorptionsmittels 10, 11 werden durch die Steuerung 20 bestimmt. Dazu ist ein Temperaturfühler 19 vorgesehen, dessen Sonde in die Auslaßleitung 18 für feuchte Regenerationsluft aus dem Trockentopf 9 ragt. Das Ausgangssignal des Temperaturfühlers 19 wird über eine Steuersignalleitung 17 der Steuerung 20 zugeführt. Diese stellt fest, wann die Temperatur TE in der Auslaßleitung 18 erreicht ist und bestimmt danach über Steuerleitung 16 eine Umschaltung der Drehrichtung des Gebläses 1 und

damit eine Umschaltung auf Feuchte-Adsorption aus der feuchten Abluft aus dem Trocknungstrichter 2.

Als Alternative könnte die Sonde des Temperaturfühlers 19 auch in dem Teil des Adsorptionsmittels 10 eingebettet sein, der dem Auslaßkanal 18 am nächsten liegt. Als weitere Alternative könnten statt des Temperaturfühlers Druckmeßdosen 24, 25 vorgesehen sein, an denen der Trockentopf 9 aufgehängt ist und die die Gewichtsabnahme des Trockentopfes 9 während der Regeneration erfassen. Die Ausgangssignale der Druckmeßdosen gelangen dann über Steuersignalleitung 17 zur Steuerung 20.

Fig. 3 zeigt eine Ausführungsform einer Vorrichtung zum Trocknen von feuchtem Gas, die in ihren Grundzügen aus der US Patentschrift 4, 038,054 bekannt ist. Darnach saugt ein Gebläse 31 über ein Filter 32 mit Feuchtefracht beladene Luft an und drückt sie über ein Wechselventil 33 in einen ersten mit Molekularsieb als Adsorptionsmittel gefüllten Trockentopf 35, in welchem die das Adsorptionsmittel durchstreichende Luft von der mitgeführten Feuchtigkeit befreit wird. Die getrocknete Luft strömt vom Trockentopf 35 über ein weiteres Wechselventil 34 und eine Heizung 37 zurück zum Verbraucher, beispielsweise einen Trocknungstrichter.

Gleichzeitig saugt ein Gebläse 38 über einen Filter 39 Regenerationsluft aus der Umgebung an und drückt sie über eine Heizung 40, in der sie erhitzt wird, sowie über das Wechselventil 34 durch einen zweiten mit Molekularsieb als Adsorptionsmittel gefüllten Trockentopf 36. Die erhitzte Regenerationsluft nimmt die im Adsorptionsmittel adsorbierte Feuchtigkeit auf, so daß die feuchte Regenerationsluft über das Wechselventil 33 und einen Rohrstutzen 41 in die Umgebung entlassen werden kann. Die Wechselventile 33 und 34 werden über Steuersignalleitungen 55 und 57 aus einer Steuerung 50 mit Umstellsignalen beaufschlagt, die eine Umstellung der Trockentöpfe 35 und 36 von Trocknen auf Regenerieren und umgekehrt bewirken. Die Steuerung 50 wird zur Abgabe der Umstellungssignale durch Steuersignale auf einer der Steuersignalleitungen 51 oder 53 veranlaßt, welche von Temperaturfühlern 52, 54 abgegeben werden. Der Sensor des Temperaturfühlers 52 sitzt im Regenerationsluft-Auslaßkanal 59 zwischen Trockentopf 36 und Auslaßstutzen 41 bei der in Fig. 3 dargestellten Stellung der Wechselventile 33, 34. Der Sensor des Temperaturfühlers 54 sitzt in Regenerationsluft-Auslaßkanal 58, der nach Umstellung der Ventile 33 und 34 vom Trockentopf 35 zum Auslaßstutzen 41 führt. Die Steuerung 50 bildet je ein Umsteuersignal auf den Leitungen 55 und 57 aufgrund eines auf der Leitung 51 stehenden, etwa die Temperatur TE repräsentierenden

Steuersignals aus dem Temperaturfühler 52 nur dann, wenn die Wechselventile 33, 34, wie in Fig. 3 dargestellt, geschaltet sind. Die Steuerung 50 bildet ein Umsteuersignal auf den Leitungen 55 und 57 aufgrund eines beispielsweise die Temperatur TE repräsentierenden Steuersignals auf Leitung 53 nur dann, wenn die Wechselventile 33 und 34 gegenüber der in Fig. 3 dargestellten Stellung umgestellt sind, so daß der Trockentopf 35 in der Regenerationsphase und der Trockentopf 36 in der Adsorptionsphase stehen. Selbstverständlich könnten die Sensoren der Temperaturfühler 52 und 54 auch innerhalb des Molekularsiebs in den Trockentöpfen 34, 36 in der Nähe der Auslaßkanäle 58, 59 angeordnet sein. Auch in diesem Ausführungsbeispiel können statt der Temperaturfühler 52, 54 Druckmeßdosen vorgesehen sein, auf denen die Trockentöpfe 35, 36 gelagert sind und die Gewichtsabnahme des jeweils in der Regeneration oder Adsorption befindlichen Trockentopfes 35 oder 36 erfassen.

Wie erläutert kann man den Temperaturfühler in einer Schicht des Adsorptionsmittels selbst anbringen, die während des Regenerationszyklus von der Heißluft möglichst spät erreicht wird. Der Temperaturfühler kann also im wesentlichen gegenüber dem Heißlufteinlaß im Adsorptionsmittel angeordnet werden. Alternativ kommt in Betracht, die Temperatur der auf der Abstromseite befindlichen Begrenzungsfläche für den Behälter des Adsorptionsmittels aufzunehmen, womit die Adsorptionsmitteltemperatur indirekt erfaßt wird. Im übrigen ergibt sich eine besonders einfache Anordnung des Temperaturfühlers im Austrittskanal des Regenerationsmediums aus dem Trockentopf, der dann die Temperatur des den Trockentopf verlassenden Regenerationsmediums feststellt.

Beispiel: Ein Trockentopf enthält als Adsorptionsmittel 10 kg Molekularsieb. Getrocknet werden soll die Abluft aus einem Trocknungstrichter, den zu trocknendes Kunststoffgranulat durchsinkt. Unter maximaler Last ergibt sich eine optimale Adsorptionszeitspanne von einer Stunde, während der 1 kg Wasser adsorbiert wird. Das Molekularsieb, das maximal 20 % seines Gewichts adsorbieren kann, ermöglicht unter diesen Bedingungen, nämlich einer Adsorption von 10 % seines Eigengewichts, noch ein Taupunkt von  $-30^{\circ}\text{C}$  der Trockenluft, die dem Trocknungstrichter wieder zugeführt werden kann.

#### Steuerungsmöglichkeit 1:

Es wird die Gewichtszunahme des Trockentopfes während der Adsorptionsphase bei einer Ablufttemperatur von  $50^{\circ}\text{C}$  gemessen. Es wird zu einem Zeitpunkt von Adsorption auf Regeneration

des Trockentopfes umgeschaltet, an welchem die aufgenommene Wassermenge 1 kg erreicht.

#### 5 Steuerungsmöglichkeit 2:

Es wird die vom Adsorptionsmittel aufgenommene Wassermenge durch Wägung während der Regenerationsphase festgestellt. Ergibt sich dabei, daß während des Regenerationszyklus etwa 500 g Wasser abgegeben worden sind, demzufolge also in der vorangegangenen Adsorptionsphase nur 500 g Wasser vom Adsorptionsmittel aufgenommen worden sind, verdoppelt die Steuerung die nachfolgende Adsorptionszeit für den Trockentopf.

#### Steuerungsmöglichkeit 3:

Wenn festgestellt wird, daß während des Regenerationszyklus weniger Wasser abgegeben worden ist als 1 kg, so wird die nachfolgende Adsorptionsperiode um eine feste Zeitspanne z.B. 10 Minuten verlängert. Diese schrittweise Verlängerung der Zeitdauer der nachfolgenden Adsorptionsphasen wird solange durchgeführt, bis festgestellt werden kann, daß während der Regenerationsphase 1 kg Wasser abgegeben worden ist. Wird diese Wassermenge überschritten, wird die anschließende Adsorptionsphase um 10 Minuten verkürzt. Auf diese Weise pendelt sich der Wechsel von Adsorption und Regeneration auf eine optimale Adsorptionlänge ein, bei der die Aufnahmekapazität des Adsorptionsmittels praktisch voll ausgenutzt wird.

Empirisch wurde ermittelt, daß bei einem Wassergehalt des Adsorptionsmittels von 1 kg während der Regeneration eine Zeitspanne von 8 Minuten benötigt werden, um den Temperaturbereich  $TA = 60^{\circ}\text{C}$  und  $TE = 120^{\circ}\text{C}$  zu durchschreiten. Mißt man nun in der Praxis eine kürzere Zeitspanne für das Durchschreiten des gleichen Temperaturbereichs, so wird die nachfolgende Adsorptionsphase verlängert.

#### 45 Variante zu Steuerungsmöglichkeit 1:

Bei Anstieg der Ablufttemperatur auf  $60^{\circ}\text{C}$  wird von Adsorption auf Regeneration umgeschaltet, wenn die aufgenommene Wassermenge 0,9 kg erreicht, und bei einem Anstieg auf  $70^{\circ}\text{C}$ , wenn 0,75 kg erreicht wird.

#### 55 Ansprüche

1. Verfahren zur Adsorption von Feuchtigkeit aus Gasen, insbesondere Luft, mittels eines Ad-

sorptionsmittels, welches abwechselnd von dem zu trockenden Gas und von einem erhitzten Regenerationsmedium durchströmt wird, dadurch gekennzeichnet, daß die Länge der Adsorptionszeit in Abhängigkeit von der während der vorangegangenen Adsorptionsphase adsorbierten Feuchtigkeitsmenge gesteuert wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Gewichtszunahme des Adsorptionsmittels während der Adsorptionsphase erfaßt wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Gewichtsabnahme des Adsorptionsmittels während der Regenerationsphase erfaßt wird.

4. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Temperatur des Adsorptionsmittels während der Regenerationsphase kontinuierlich erfaßt wird.

5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Temperatur des Adsorptionsmittels während der Regenerationsphase verlassenden Regenerationsmittels erfaßt wird.

6. Verfahren nach Anspruch 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Länge der an eine Regenerationsphase anschließenden Adsorptionsphase durch diejenige Zeitspanne gesteuert wird, die die Temperatur des Adsorptionsmittels bis zum Anstieg auf eine vorgegebene Temperatur (TE) benötigt.

7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Zeitspanne herangezogen wird, die zum Durchschreiten eines gewissen Temperaturbereichs (TA-TE) nötig ist.

8. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Länge der Adsorptionsphase schrittweise verlängert oder verkleinert wird.

9. Verfahren zur Adsorption von Feuchtigkeit aus Gasen, insbesondere Luft, mittels eines Adsorptionsmittels, welches abwechselnd von dem zu trockenden Gas und von einem erhitzten Regenerationsmedium durchströmt wird insbesondere nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Länge der Adsorptionszeit in Abhängigkeit von der Temperatur des Gases, vorzugsweise der Abluft aus einem Kunststoff-Trocknungstrichter (2), geregelt wird.

10. Verfahren zur Adsorption von Feuchtigkeit aus Gasen, insbesondere Luft, mittels eines Adsorptionsmittels, welches abwechselnd von dem zu trockenden Gas und von einem erhitzten Regenerationsmedium durchströmt wird, dadurch gekennzeichnet, daß der Taupunkt des getrockneten Gases in Abhängigkeit von der Temperatur des zu trocknenden Gases gesteuert wird.

11. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 - 3 oder 8 mit

einem Ablufttrockner, der mindestens einen Adsorptionsmittel enthaltenden Trockentopf enthält, welcher an eine Abluftleitung für feuchtebeladene Luft, eine Trockenluftleitung, eine Zuleitung für heißes Regenerationsmedium und eine Auslaßleitung für Regenerationsmedium anschließbar ist, dadurch gekennzeichnet, daß der Trockentopf (9; 35, 36) auf Druckmeßdosen ruht oder an Druckmeßdosen (24, 25) aufgehängt ist.

12. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 4 - 8, mit einem Ablufttrockner, der mindestens einen Adsorptionsmittel enthaltenden Trockentopf enthält, welcher gegebenenfalls mittels Stellventilen an eine Abluftleitung für feuchtebeladene Luft, eine Trockenluftleitung, eine Zuleitung für heißes Regenerationsmedium und eine Auslaßleitung für Regenerationsmedium anschließbar ist, dadurch gekennzeichnet, daß in der Auslaßleitung (18; 58, 59) des Regenerationsmediums ein Temperaturfühler (19; 52, 54) angeordnet ist, dessen Ausgangssignal einer die Länge der nachfolgenden Adsorptionsphase bestimmenden Steuerung (20; 50) zugeführt ist.

13. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 4 - 8, mit einem Ablufttrockner, der mindestens einen Adsorptionsmittel enthaltenden Trockentopf enthält, welcher gegebenenfalls mittels Stellventilen an eine Abluftleitung für feuchtebeladene Luft, eine Trockenluftleitung, eine Zuleitung für heißes Regenerationsmedium und eine Auslaßleitung für Regenerationsmedium anschließbar ist, dadurch gekennzeichnet, daß in dem Adsorptionsmittel (10, 11; 35, 36) ein Temperaturfühler (19; 52, 54) angeordnet ist, dessen Ausgangssignal einer die Länge der nachfolgenden Adsorptionsphase bestimmenden Steuerung (20; 50) zugeführt ist.

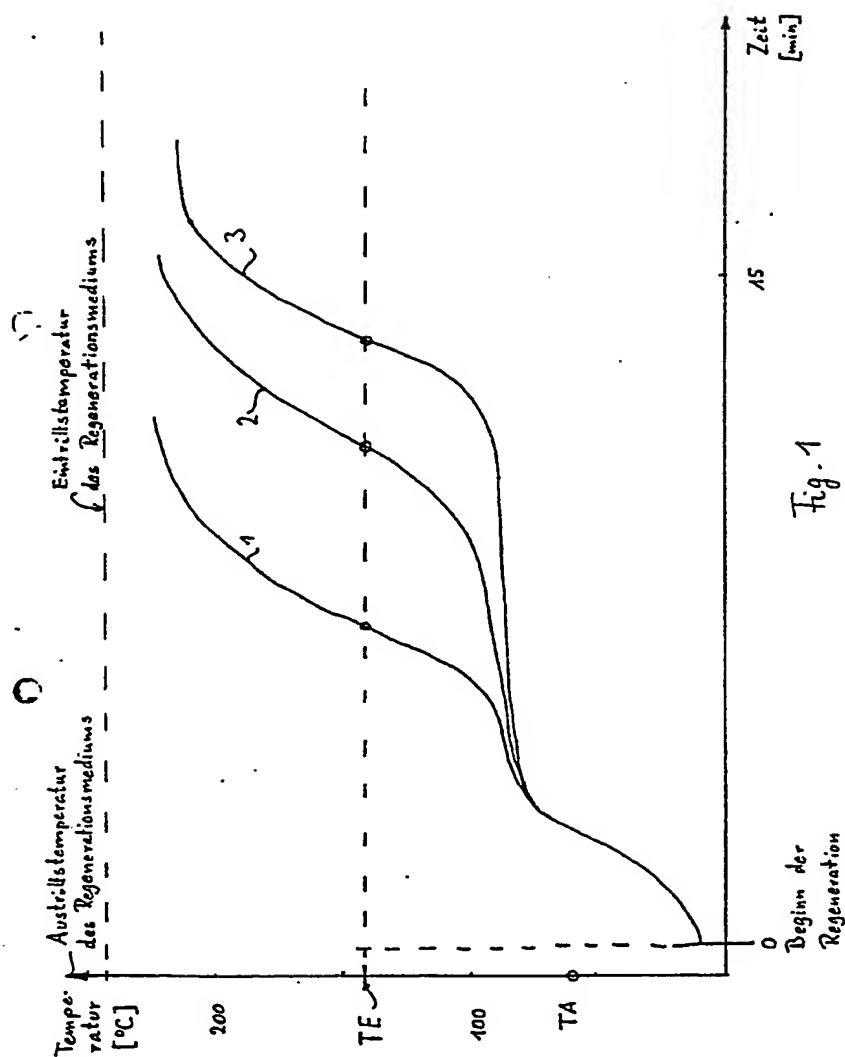
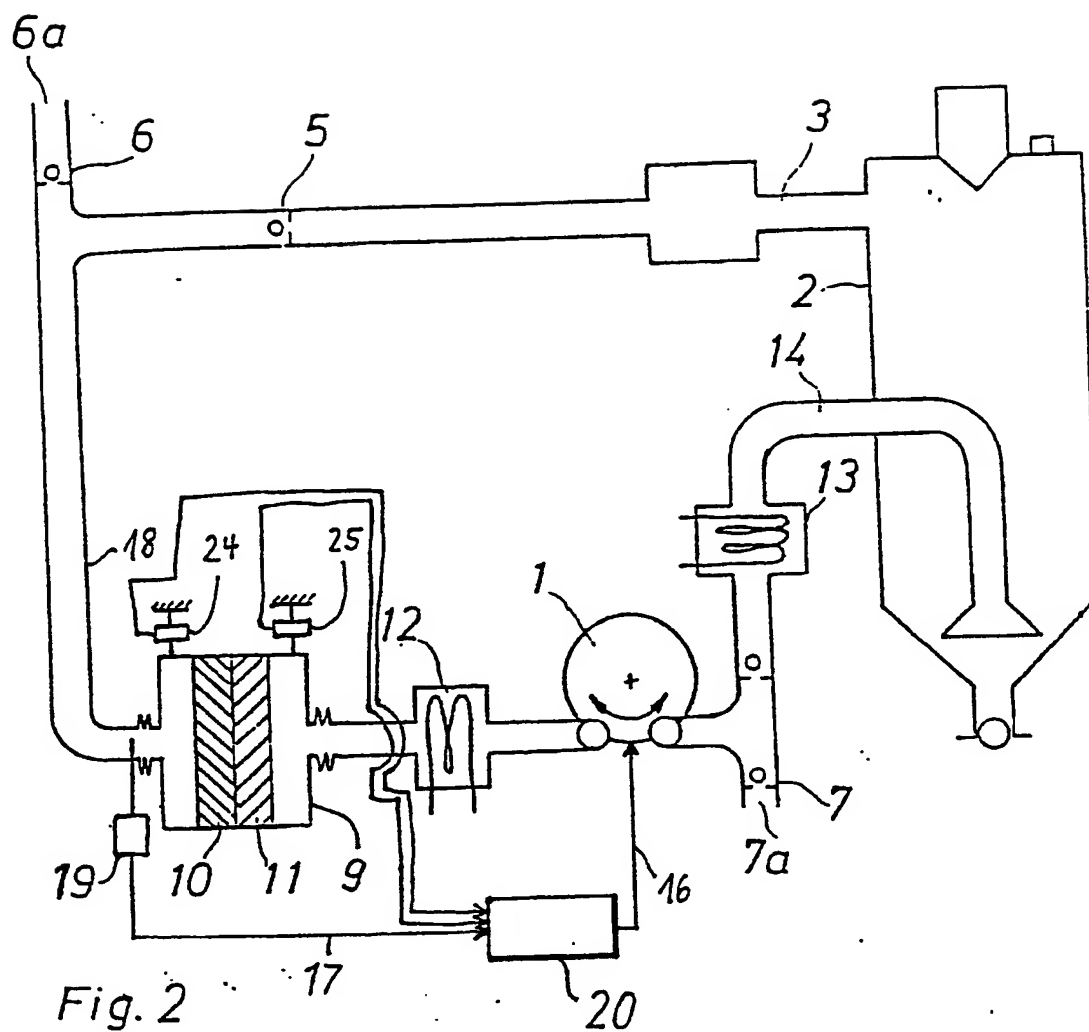


Fig. 1





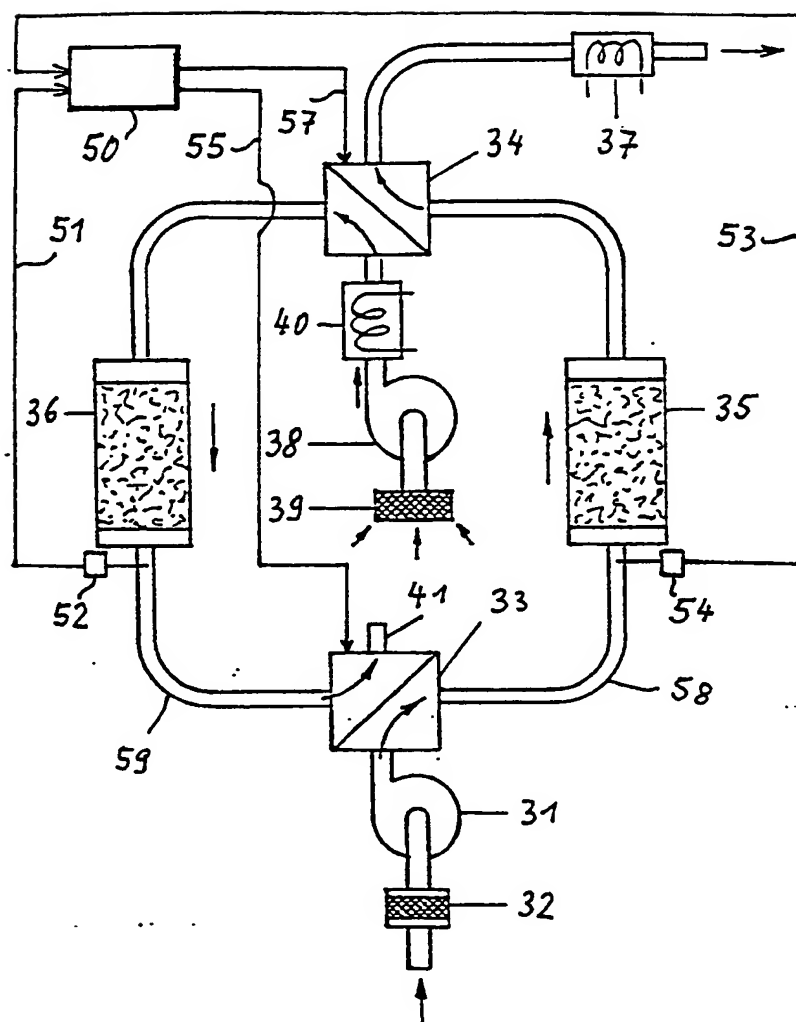


Fig. 3

THIS PAGE BLANK (USPTO)

**Process and apparatus for adsorbing humidity from gases, especially from air**

**Patent number:** EP0379975  
**Publication date:** 1990-08-01  
**Inventor:** GRAFF RODERICH WILHELM DR-ING  
**Applicant:** GRAEFF RODERICH WILHELM  
**Classification:**  
- international: B01D53/04; B01D53/26  
- european: B01D53/04R; B01D53/26B  
**Application number:** EP19900101002 19900118  
**Priority number(s):** DE19893901779 19890121

**Also published as:**

JP2233121 (A)  
EP0379975 (A)  
DE3901779 (A)  
EP0379975 (B)

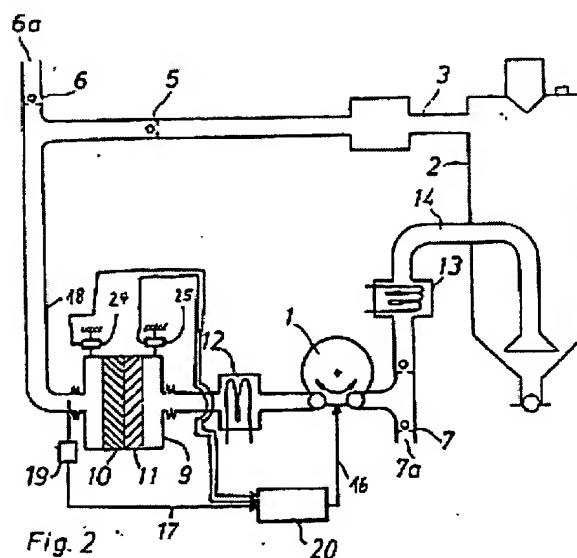
**Cited documents:**

DE2354745  
DE3625013  
US2561441

**Report a data error he**

**Abstract of EP0379975**

A description is given of a process and an apparatus for adsorption of moisture from gases, particularly air, by means of an adsorbent through which the gas to be dried and a heated regeneration medium flow alternately. To improve the moisture adsorption capacity of the adsorbent and to utilise it using simpler means, it is provided that the length of the adsorption time for a drying chamber is controlled in dependence on the amount of adsorbed moisture.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

THIS PAGE BLANK (ISPTO)

Docket # WBW-13036

Applic. # 10/534,682

Applicant: Wiedl et al.

Lerner and Greenberg, P.A.

Post Office Box 2480

Hollywood, FL 33022-2480

Tel: (954) 925-1100 Fax: (954) 925-1101